

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет електроніки

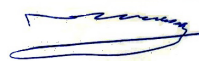
(повна назва інституту/факультету)

Акустичних та мультимедійних електронних систем

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри



Найда С.А.

(ініціали, прізвище)

“05” Червня 2020 р.

**Дипломна робота  
на здобуття ступеня бакалавра**

зі спеціальності (спеціалізації) \_\_\_\_\_ 171 «Електроніка»  
(код та назва спеціальності)

на тему: Звукоізоляційна кабіна для тестування електроінструменту

Виконав: студент 4 курсу, групи ДГ-г61-1  
(шифр групи)

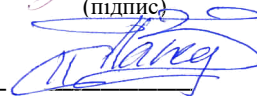
Кроха Денис Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)



(підпис)

Керівник \_\_\_\_\_ доцент, к.т.н. Заєць В.П.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

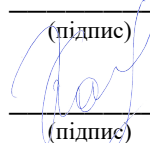


(підпис)

Консультант \_\_\_\_\_  
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

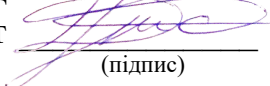
Рецензент м.н.с. відділу БФЕ ДП НДІБК, к.т.н. Котенко С.Г.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)



(підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає  
запозичень з праць інших авторів без  
відповідних посилань.

Студент



(підпис)

Київ – 2020

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інститут/факультет \_\_\_\_\_ електроніки \_\_\_\_\_  
(повна назва)

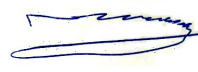
Кафедра \_\_\_\_\_ Акустичних та мультимедійних електронних систем \_\_\_\_\_  
(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність (спеціалізація) \_\_\_\_\_ 171 «Електроніка» \_\_\_\_\_  
(код і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. завідувача кафедри

 Найда С.А.  
(ініціали, прізвище)

“05” Червня 2020 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на дипломний проект (роботу) студенту**

Крохи Дениса Віталійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Звукоізоляційна кабіна для тестування електроінструменту

керівник проекту (роботи) \_\_\_\_\_ доцент, к.т.н. Засць В.П. \_\_\_\_\_,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «25» травня 2020 р. №1196-с

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 05 червня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) 1) огляд літературних джерел;

2) проектування звукоізоляційної кабіни

4. Зміст (дипломної роботи) пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити) \_\_\_\_\_

1. Огляд літературних джерел

2. Проектування звукоізоляційних кабін

3. Розроблення звукоізоляційної кабіни

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) презентація Power Point

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)\*

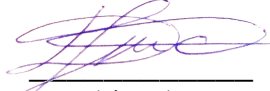
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 5 лютого 2020 р \_\_\_\_\_

## Календарний план


№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Збір матеріалів для роботи. Аналіз науково-технічної літератури.	05.02.20 - 21.03.20	виконано
2	Ознайомлення з існуючим програмним інструментарієм	21.03.20 - 03.04.20	виконано
3	Обробка отриманих даних	03.04.20 - 25.04.20	виконано
4	Надання рекомендацій щодо покращення ефективності	25.04.20 - 15.05.20	виконано
5	Оформлення пояснювальної записки та презентації.	15.05.20 - 05.06.20	виконано

Студент

  
 \_\_\_\_\_  
 (підпис)

 Д.В. Кроха\_\_\_\_\_  
 (ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)

  
 \_\_\_\_\_  
 (підпис)

 В. П. Заєць\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту (роботи)

## РЕФЕРАТ

Звукоізоляційна кабіна для тестування музичних інструментів// Дипломна робота на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр». Кроха Д.В. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», факультет електроніки, кафедра акустичних та мультимедійних електронних систем, група ДГ-г61-1. – К.:НТУУ «КПІ», 2020. с. – 50, мал. – 9.

**Актуальність теми.** У сучасному світі боротьба з шумом є досить актуальною проблемою. Для найкращого захисту від шуму на виробництві або для творчої роботи була створена звукоізоляційна кабіна. Її призначена полягає в зменшенні кількості розсіяного звуку відбитих від стін, щоб зробити комфортні умови для роботи. Вона будується з найкращих високоякісних звукоізоляційних матеріалів.

**Метою роботи** є дослідити значення шуму та засобів боротьби з ним, визначити що таке звукоізоляція і які матеріали покращують її, дати визначення звукоізоляційної кабіни, де вона застосовується та її класифікація, спроектувати звукоізоляційну кабіну .

**Ключові слова:** шум, звукоізоляція, звукоізоляційна кабіна.

## ABSTRACT

Soundproof booth for testing musical instruments // Thesis for higher education "bachelor". Krokha D.V. National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute. Igor Sikorsky », Faculty of Electronics, Department of Acoustic and Multimedia Electronic Systems, group DG-g61-1. - Kyiv: NTUU "KPI", 2020. p. -50, Fig. - 9.

**Actuality of theme.** In today's world, noise control is a very important issue. A soundproofing booth has been created for the best protection against noise at work or for creative work. Its purpose is to reduce the amount of scattered sound reflected from the walls to create a comfortable working environment. It is built of the best high-quality soundproofing materials.

**The purpose of the work** is to investigate the importance of noise and means of combating it, to determine what is sound insulation and what materials improve it, to define the soundproofing cabin, where it is used and its classification, to design a soundproofing cabin.

**Key words:** noise, sound insulation, soundproof cabin.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	8
1.1. Засоби зниження шуму.....	8
1.2. Звукоізоляція.....	12
1.3. Звукоізоляційна кабіна.....	19
Висновки до розділу I.....	24
РОЗДІЛ II. ПРОЕКТУВАННЯ ЗВУКОІЗОЛЯЦІЙНИХ КАБІН.....	25
2.1. Класифікація звукоізоляційних кабін.....	25
2.2. Основні принципи проектування звукоізоляційних кабін.....	27
Висновки до розділу II.....	34
РОЗДІЛ III. РОЗРОБЛЕННЯ ЗВУКОІЗОЛЯЦІЙНОЇ КАБІНИ.....	35
3.1. Проектування підлоги.....	37
3.2. Проектування стін.....	38
3.3. Проектування стелі.....	42
3.4. Проектування дверей.....	43
3.5. Проектування вікна.....	44
Висновки до розділу III.....	46
ВИСНОВКИ.....	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	49

## ВСТУП

На початку 30 років минулого століття з'явився новий тип приміщення для запису та обробки звуку у зв'язку з розвитком технічного обладнання звукозапису та радіомовлення, кіно та телебачення. Усі ці сфери аудіотехнологій швидко розвиваються і з'являються нові можливості для передачі об'ємного звуку. Активно розвиваються методи цифрової, комп'ютерної обробки та передачі аудіо-звуку. Як результат, розвиваються потреби в приміщеннях для запису та обробки, тобто в студіях.

Аудіо-студія звукозапису є спеціалізованим приміщенням для звукозапису, мікшування і аудіо виробництва інструментальних або вокальних музичних виступів, вимовлених слів і інших звуків. Вони варіюються в розмірах від маленької студії, до досить великої, щоб записати одного співака-гітариста або оркестр зі ста і більше музикантів. Для ідеального запису і моніторингу музичних інструментів використовують вокальну кабінку, розроблену за допомогою акустики або аудіо інженера, для досягнення оптимальних акустичних властивостей.

Акустична звукоізоляційна кабінка – компактне приміщення з технологічним звукоізоляційним наповненням, яке встановлюється всередині житлових і нежитлових приміщень різного призначення. По суті, це «кімната» в кімнаті, що захищає користувача і чутливу апаратуру від зовнішнього шуму. Музикантам або дикторам просто необхідно знизити рівень стороннього шуму, щоб зосередитися на музиці і голосі. У домашніх умовах це зробити неможливо, так як сторонній фон у вигляді гулу, вуличних звуків і відлуння від стін буде присутній. Однією з якісних характеристик акустичної кабінки є поглинання непотрібних відображень звукових хвиль. Серед моделей акустичних кабін можна вибрати найбільш компактну, щоб не займала багато місця, з можливістю легко зібрати її і встановити. Можна навіть замовити акустичну кабінку певного розміру, щоб гармонійно вбудувати в інтер'єр. Кабінка також має беззвучну вентиляцію, що дозволяє перебувати в ній тривалий час.

## РОЗДІЛ І. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

### 1.1. Засоби зниження шуму.

З кожним днем все частіше постає питання боротьби з шумом та з його джерелами. Щоб вирішити цю проблему її потрібно вирішувати ще на початку проектування приміщення, робочого місця тощо.

Шум - це хаотична сукупність різних за силою і частотою звуків, що перешкоджають прийому корисних сигналів. Шум розуміється як усі неприємні та небажані звуки, які перешкоджають роботі для виявлення правильних звуків. Шум може негативно вплинути на людину і призвести до хворобливих наслідків: з'являються симптоми втоми, погіршується увага, зростає нервеве збудження, знижується працездатність. Шум - це одна з форм хвильового забруднення природного середовища, пристосуватися до якого людський організм практично не може. Основними характеристиками звуку є: частота (Гц), звуковий тиск (Па), інтенсивність або сила звуку (Вт/м<sup>2</sup>), звукова потужність (Вт).

Залежно від природи спектра шум поділяється на:

- широкосмуговий - з неперервним спектром ширший за октаву;
- вузькосмуговий - у спектрі є чіткі дискретні тони.

З точки зору особливостей часу, шум поділяється на:

- постійний - робочий щоденний рівень звуку під час експлуатації технологічного обладнання, зміненого з часом не більше ніж на 5 дБА;
- непостійний - робочий щоденний рівень звуку під час експлуатації технологічного обладнання, зміненого з часом більше ніж на 5 дБА;

Непостійний шум поділяється на:

- що коливається в часі - рівень звуку в часі постійно змінюється;
- переривистий - рівень звуку якого змінюється ступінчасто (на 5 дБА і більш), крім того, тривалість безперервного інтервалу становить 1 с і більше.
- імпульсний — є один або кілька сигналів, кожен з яких менше 1 с.



Шум за походженням поділяється на:

- механічні (коливання тіл ) - це відбувається в результаті руху, тертя окремих установок та деталей обладнання, машин (верстати, ударостенди ).

Щоб зменшити механічний шум, потрібно вчасно проводити ремонт обладнання, змінювати ударні деталі обладнання на обертальні, застосовувати баланс обертальних деталей. Щоб досягти значного зменшення звуку необхідно замінити підшипники кочення на ковзання, металеві деталі на деталі з пластмаси.

- аеродинамічні – виникає від витоку стисненого повітря, газу або руху газового середовища з високою швидкістю (вентиляційні установки, пальники, літаки).

Зменшення аеродинамічного шуму може бути досягнуто за рахунок зменшення швидкості повітряного потоку перешкод, покращення аеродинаміки деталей, що мають взаємодію з повітряними потоками; зменшення швидкості газового струменя і зменшення отвору в діаметрі.

- гідродинамічні - виникають внаслідок стаціонарних і нестаціонарних водних процесів (кавітація, гідравлічні удари ).

Гідродинамічний шум зменшується шляхом вибору оптимальних режимів роботи насосного обладнання для перекачування рідини, відповідно правильне проектування гідросистем тощо.

- електромагнітні - це коли шум виникає внаслідок коливань елементів електромеханічних пристроїв під впливом магнітних змінних сил.

Для боротьби з електромагнітним шумом рекомендується балансувати обертові частини електричних машин, виконувати ретельне притирання щіток електродвигуна, застосовувати демпфіруючі матеріали.[1]

Для локалізації джерел шуму застосовують засоби і методи індивідуального і колективного засобу, також будівельно-акустичні методи.

Основними засобами індивідуального захисту являється:

- Протишумові навушники- вони закривають вушну раковину від шуму;

- Протишумові вставки-вони мають вигляд тампонів із ультратонкого волокна які закривають вушний слуховий прохід;
- Каски та шоломи;
- Протишумові костюми.

Основними засобами колективного захисту є:

- зниження шуму в джерелі його утворення;
- на шляху його поширення.

Методи, які зменшують шум прямо в самому джерелі, поділяються:

- засіб, який знижує збудження шуму;
- засіб, який знижує звукоутворення джерела шуму.

Засоби, що зменшують рівень шуму в тому, як він поширюється, залежно від навколишнього середовища поділяються на:

- засіб, який забезпечує зменшення передачі повітряного шуму;
- засіб, який забезпечує зменшення передачі структурного шуму;

Пристрої захисту від шуму залежно від використання додаткового джерела живлення поділяються на:

- Пасивні, які не використовують додаткове джерело живлення;
- Активні, в яких використовують додаткове джерело живлення;[2]

Заходи колективного захисту та методи від шуму, відповідно до способу їх здійснення, поділяються на: акустичні, архітектурно-планувальні і організаційно-технічні.

Акустичні засоби захисту від шуму ділиться на засоби, засновані на принципі дії звукоізоляції, віброізоляції, демпфування, звукопоглинання та глушники шуму.

Засоби звукоізоляції досягається завдяки спеціальному проектуванню стін приміщення. Їх роблять товщими і створюють якомога більше стін, розділяючи їх маленькими проміжками, в які наповнюють піском або іншими матеріалами, які можуть поглинути енергію від звукової хвилі. Завдяки цьому можна ізолювати приміщення від зовнішнього шуму так і в зворотному напрямку.

Засоби віброізоляції застосовуються для зниження структурного і ударного шуму, завдяки розміщенню віброізоляційних кріплень і матеріалів в конструкції підлог. Механізми які знаходяться в структурі будинку при роботі створюють вібрації, які поширюються в будинок через віброізоляційні кріплення, які в свою чергу поширюють звукові коливання в будинку. Такі коливання в будинку спричиняють вторинні випромінювання звуку. Щоб запобігти розповсюдження негативного звуку використовують такі віброізолятори: плаваюча підлога, пружини, віброізоляційні полімерні матеріали.

Засоби демпфування полягають в тому, що використовуються в будові вентиляційного обладнання та ліфтів. На металеві листи наносять в'язкий полімерний матеріал з великим коефіцієнтом втрат. Завдяки цьому коливальна енергія пластини перетворюється в енергію в'язкого тертя. Через це звукове випромінювання металевої пластини зменшується.

Засоби звукопоглинання допомагають знизити рівень джерела шуму, які знаходяться як ззовні так і в середині приміщення. Цей спосіб дозволяє зменшити енергію звуку яка відбивається від поверхонь і потрапляє в розрахункову точку.

Глушники шуму використовуються коли шум розповсюджується в повітропроводах і трубах. Повітропроводи роблять з металу і вони мають досить малий коефіцієнт звукопоглинання, по цій причині шум розповсюджується на великі дистанції тому що звуковий тиск не знижується так як відбиття звуку не призводить до його зниження. Для цього встановлюють реактивні і активні глушники шуму. Завдяки їм втрачається звукова енергія і шум різко зростає.

Архітектурно-планувальні методи захисту включають в себе: раціональне розміщення технологічного обладнання, механізмів та машин; раціональне положення робочого місця, логічне акустичне розміщення зон та режими переміщення транспортних засобів; створення зон шумозахисту в різних місцях де знаходиться людина. Ефективність цього способу зводиться до збільшення дистанції між джерелом шуму та об'єктом який треба захистити від шуму.

Організаційно-технічні методи включають в себе використання малOSHумних технологічних процесів (транспортування і способи обробки матеріалу); обладнання

і устаткування машин дистанційним керуванням і автоматичним контролем; застосування безшумних установок, заміна конструкцій елементів машин, їх складальних одиниць, покращення технології ремонту та обслуговування обладнання.

Будівельно-акустичний метод до основних заходів щоб знизити шум в цехах відноситься підбір та встановлення менш шумного обладнання; пристрої глушників, екранів, кожухів; раціональне проектування території компанії, де об'єкти, які більше всього потребують кращого шумового захисту, як найдалі віддалені від шумних об'єктів та споруд; раціональне проектування поверхового розміщення та шумове встановлення будівельних обладнань; встановлення віброізолюваного фундаменту для запобігання попаданню вібрації у будівельну конструкцію. Данні заходи включають пристрій глушників шуму на вихлопи і всмоктуванні технологічного устаткування, а також глушення шуму вентиляційних установок, встановлення звукоізоляційних кабін управління та нагляду; використання відокремлювачів, екранів для запобігання шуму на робочому місці.[3]

## **1.2. Звукоізоляція**

Щоб створити комфортну акустичну обстановку в кімнаті, це приміщення потрібно захистити від зовнішнього шуму. Іншими словами, повинен бути фізичний бар'єр для звуку. Звук - це хвиля, яка поширюється в середовищі з високою швидкістю і виражається у вигляді механічних коливань середовища. Звукова хвиля може поширюватись не тільки в повітряному середовищі, а й в будь-якому іншому. Наприклад, звук який пройшов через стіну, створює в ній значні коливання. Щоб перешкоджати цим коливанням звуку, хвилю необхідно відбити від поверхні, розсіяти та поглинути. Поєднання цих умов призведе до бажаного результату звукоізоляції.

Звукоізоляція –зниження рівня звукового тиску при проходженні хвилі крізь перешкоду. Існує кілька основних підходів до зменшення звуку: збільшення відстані між джерелом і приймачем, використання шумових бар'єрів для відображення або

поглинання енергії звукових хвиль, використання демпфуючих конструкцій, таких як звукові перегородки, або використання активних генераторів звуку.[4]

Розрізняють три види шумів, з якими доводиться мати справу при вирішенні питань звукоізоляції:

- повітряний - звукові коливання, що поширюються в повітрі;
- ударний - звукові коливання, що виникають при механічному впливі на підлогу або покриття;
- структурний - звукові коливання, що поширюються в матеріалі конструкції.

Розглянемо кожний вид детальніше:

1.Повітряний шум. Особливістю матеріалів що захищають від повітряного шуму є показник звукоізоляції ( $R_w$ ), що вимірюється в децибелах (дБ): щоб спілкування людей не чулося поза стіною, вона повинна бути не менше 50 дБ.

Для того щоб захиститись від вторгнення небажаного шуму потрібно встановити щільні стіни і перегородки. Для цього можна використати керамзит, залізобетон, моноліт і пінобетон тощо.

Важливо, щоб їх поєднання із сполучним розчином вони створювали герметичну конструкцію без зазорів і щілин. У перегородці можливе поєднання багатьох матеріалів які мають жорсткий зв'язок між всіма конструктивними елементами. Прийнятний спосіб ліквідації повітряного шуму - це використання багатошарової конструкції, що включає в себе безліч змінних шарів таких як, м'яких, щільних, жорстких матеріалів. До щільних матеріалів відноситься гіпсокартон, цегла, бетон тощо. Вони мають звукоізоляційну властивість і чим вищу щільність вони мають, тим краща звукоізоляція. Звукопоглинаючу функцію має матеріал м'якого шару. В якості звукопоглинального шару використовуються волокнисті матеріали: скловата, мінеральна вата. У цьому випадку значення має звукопоглинаюча товщина матеріалу в конструкції. Найбільш ефективнішими матеріалами з високим коефіцієнтом звукопоглинання є скловолнока і мінеральної вати.

Також можна збільшити звукоізоляцію покриття за допомогою акустичної покрівлі – це багатошарова конструкція, що має знизити енергію відбиваючого звуку і поглинає шум.

Повітряний проміжок між стелею і перекриттям заповнений матеріалами звукопоглинання, які виготовленні з пресованих дошок, з тонких металевих волокон або скловолокна.

2. Ударний шум. Матеріали, використовувані для ізоляції ударного звуку, не будуть поглинати звукові хвилі, але відштовхуватимуть їх, призводячи до втрати енергії. Для цього використовуються різні пористі матеріали – таким чином акустична енергія буде використана для пружної деформації матеріалу без проходження.

Одним із варіантів запобігання ударному шуму є розміщення під підлогу звукоізолюючих прокладок. Однією з важливих порівняльних характеристик матеріалів, що запобігають ударний шум, є зниження показника ударного шуму  $L_{nw}$ .

Одним із варіантів запобігання шумовим перешкодам є створення багатошарових структурних плаваючих підлог. Конструкція являє собою шар звукопоглинаючого матеріалу, закритого цементним розчином, товщиною не менше 6 см, підкладку та покриття.

3. Структурний шум. Поглинаючий матеріал використовується для захисту передачі структурного шуму через несучу конструкцію, тим самим захищаючи стик. Такі матеріали є:

- скловолокно
- віброізолюючий герметик
- еластомірний матеріал
- кремнеземний матеріал.[5]

Існують різні звукоізоляційні матеріали і звукоізоляційні конструкції, що розрізняються по фізичних характеристиках і здатності захищати приміщення від різного шуму. Звукоізоляційні матеріали відображають шуми, перешкоджаючи подальшому поширенню звуку. Вони ефективні при боротьбі з повітряним шумом. До таких матеріалів відносяться важкий бетон, силікатна цегла, шари гуми високої маси і демпфуючого шару м'якої гуми пористої структури, перероблені шматочки різних типів акустичної піни (спресованих в плити дуже високої щільності) і інші високощільні матеріали, за умови їх достатньої ваги і товщини.[6]

Звукоізоляційні конструкції більш ефективні поряд зі звукоізоляційними матеріалами, оскільки розраховані на широкий частотний діапазон звукової хвилі, що володіє високими проникаючими властивостями. За рахунок застосування в звукоізоляційних конструкціях матеріалів різної щільності і структури, а також дотримання правил герметичності і відсутність жорстких зв'язків з іншими огорожувальними конструкціями ефективність значно збільшується, при цьому звукоізоляційна конструкція може мати меншу масу і товщиною, ніж звукоізоляційний матеріал при тій же ефективності. Наочним прикладом звукоізоляційної конструкції може бути сучасне дерев'яне вікно. Завдяки використанню скла різної товщини, збільшення кількості повітряних камер, застосування акустичного наплення і забезпечення повної герметичності конструкції дерев'яні вікна відмінно ізолюють приміщення від сторонніх звуків і шумів.

У звукоізоляції є 5 елементів зменшення звуку поглинання, демпфірування, роз'єднання, відстань та додавання маси.

Поглинання. Звукопоглинаючий матеріал контролює рівень звукового тиску в порожнині, корпусі чи приміщенні. Синтетичні поглинаючі матеріали є пористими, маючи на увазі відкриту пінопластову піну (акустична піна, звукоізоляційна піна). Волокнисті поглинальні матеріали, такі як целюлоза, мінеральна вата, скловолокно, овеча шерсть, частіше використовуються для затухання резонансних частот у порожнині (ізоляція стін, підлоги або стелі), що служить подвійному призначенню їх теплоізоляційних властивостей. Як волокнистий, так і пористий поглинальний матеріал використовуються для створення акустичних панелей, які поглинають звукове відображення в приміщенні, покращуючи розбірливість мови.

Демпфірування. Означає зменшити резонанс у приміщенні шляхом поглинання чи перенаправлення (відбиття чи дифузія). Поглинання зменшить загальний рівень звуку, тоді як перенаправлення робить небажаний звук нешкідливим або навіть корисним за рахунок зменшення узгодженості. Демпфірування може зменшити акустичний резонанс у повітрі або механічний резонанс у структурі самої кімнати або речей у приміщенні.

**Роз'єднання.** Створення поділу між джерелом звуку та будь-якою формою сусідньої маси, що перешкоджає прямому шляху передачі звуку. Роз'єднання стіни передбачає використання еластичних ізоляційних затискачів або звукопоглинаючих колодок. При встановленні кліпи повинні бути розміщені в шахмотному порядку, щоб створити менше шляхів для передачі звуку. Еластичний ізоляційний канал легко натискає на еластичні затискачі, що призводить до зазору між шпилькою та гіпсокартоном. Гвинти тонкої різьби використовуються для вкручування гіпсокартону в еластичний канал. Гвинти повинні бути правильної довжини, щоб не проколоти шпильку, це погіршить ефективність роз'єднаної стіни.

**Відстань.** Щільність енергії звукових хвиль зменшується в міру того, як вони розташовані один від одного, так що збільшення відстані між приймачем і джерелом призводить до прогресивно меншої інтенсивності звуку на приймачі. У звичайній тривимірній установці з точковим джерелом і точковим рецептором інтенсивність звукових хвиль буде ослаблена відповідно до оберненого квадрата відстані від джерела.

**Додавання маси.** Додавання щільного матеріалу до обробки, щоб запобігти виходу звукових хвиль від стіни джерела, стелі чи підлоги. Використання масового завантаженого вінілу, гіпсокартону, звукоізоляційного листа, фанери, бетону або гуми. Різна ширина і щільність звукоізоляційного матеріалу зменшує звук в межах різного частотного діапазону. Використання декількох шарів матеріалу має важливе значення для успіху в будь-якій обробці.

Звукоізоляція може застосовуватися в таких сферах як житлова, комерційна, автомобільна.

Житлова звукоізоляція має на меті зменшити чи усунути наслідки зовнішнього шуму. Основним напрямком житлової звукової програми в існуючих конструкціях є вікна та двері. Двері з масиву є кращим звуковим бар'єром, ніж порожнисті двері. Штори можна використовувати для приглушення звуку, або через використання важких матеріалів, або через повітряні камери, відомі як соти. Одно-, подвійні та потрійні сотові конструкції досягають порівняно більших ступенів звучання. Основною межею звукоізоляції штор є відсутність ущільнення на краю штори, хоча



це може бути полегшено за допомогою ущільнювальних функцій, таких як кріплення для гаків і петлі, клей, магніти чи інші матеріали. Товщина скла відіграватиме роль при діагностуванні витоку звуку. Двохпанельні вікна досягають дещо більшого звучання звуку, ніж однопанельні, коли вони добре ущільнені у отвір віконної рами та стіни. Значного зниження шуму також можна досягти, встановивши друге внутрішнє вікно. У цьому випадку зовнішнє вікно залишається на місці, коли повзунок або підвісне вікно встановлено в одних і тих же отворах стіни.

Комерційна звукоізоляція. Ресторани, школи, офісні підприємства та заклади охорони здоров'я використовують архітектурну акустику для зменшення шуму для своїх клієнтів. Комерційні підприємства іноді використовують звукоізоляційну технологію, особливо коли вони є дизайном відкритого офісу. Є багато причин, чому бізнес може впровадити звукоізоляцію для свого офісу. Одне з найбільших перешкод у продуктивності праці - це відволікаючі шуми, які надходять від людей, які розмовляють, наприклад, по телефону, або зі своїми колегами та начальником. Звукоізоляція від шуму важлива для пом'якшення людей від втрати концентрації та зосередження уваги від їхнього робочого проекту. Також важливо зберігати конфіденційні розмови в безпеці перед призначеними слухачами.

Намагаючись знайти місця для встановлення звукоізоляції, акустичні панелі слід встановлювати в офісних приміщеннях, де з'єднано багато транспортних коридорів, циркуляційних шляхів та відкритих робочих зон. Успішні установки акустичної панелі покладаються на три стратегії та прийоми поглинання звуку, блокування передачі звуку з одного місця в інше, а також охоплення та маскування звуку, розміщених для уникнення інших служб або блокування світла.

Автомобільна звукоізоляція спрямована на зменшення або усунення наслідків зовнішнього шуму, насамперед шуму двигуна, вихлопу та шини в широкому діапазоні частот. При конструюванні транспортного засобу, що включає звукоізоляцію, встановлюється панель демпфування, що зменшує вібрацію панелей кузова транспортного засобу, коли вони збуджуються одним із багатьох джерел звуку високої енергії, викликаних під час використання транспортного засобу. У транспортних засобах створюється багато складних шумів, які змінюються залежно

від стану руху та швидкості, з якою рухається транспортний засіб. Значного зниження шуму до 8 дБ можна досягти, встановивши комбінацію різних типів матеріалів. Автомобільне середовище обмежує товщину матеріалів, які можна використовувати, але комбінації демпферів, бар'єрів та поглиначів поширені. До поширених матеріалів належать матеріали з фетру, піни, поліестеру та поліпропіленових сумішей. Гідроізоляція може знадобитися на основі використовуваних матеріалів. Акустична піна може застосовуватися в різних областях транспортного засобу під час виготовлення для зменшення шуму кабіни. Піна також має переваги у витратах та експлуатаційних характеристиках при монтажі, оскільки пінопластовий матеріал може розширюватись та заповнювати порожнини після нанесення, а також запобігати просоченню та потраплянню деяких газів у транспортний засіб. Звукоізоляція автомобіля може зменшити шум від вітру, двигуна, дороги та шини. Звукоізоляція автомобіля може зменшити звук всередині транспортного засобу від п'яти до 20 дБ.[7]

Метод звукоізоляції заснований на принципі відбиття - більша частина звукової енергії  $I$ , що потрапляє на перегородку, відбивається і лише незначна її частина (близько 0,001) проникає через перегородку. Ефективність звукоізоляції  $R$ , дБ характеризується коефіцієнтом звукопровідності  $\tau$  і обчислюється за формулою:  $R=10\lg(1/\tau)$ , де  $\tau = E_{\text{прон}}/E_{\text{пад}}$  - коефіцієнт звукопровідності перешкоди, де  $E_{\text{прон}}$  - енергія звукової хвилі, що проникла через перегородну конструкцію, Вт;  $E_{\text{пад}}$  - енергія звукової хвилі, що падала на перегородну конструкцію, Вт.

Звукоізолююча здатність багат шарової конструкції  $R$ , дБ визначається за формулою:  $R=20\lg mf-47,5$ ; де  $m$ - маса конструкції,  $\text{кг/м}^2$ ;  $f$ - частота коливань, Гц.[8]

Для забезпечення гарної атмосфери життя та роботи надзвичайно важливо створити комфортну звукову атмосферу. Щоб вирішити цю проблему використовують безліч звукоізоляційних матеріалів, а саме: панелі, плити з мінеральної вати, акустичний герметик, поролон, плити з пінополіуретану, підкладка під покриття для підлоги, звуковбирний лінолеум, рулонний матеріал від ударного шуму на основі бітуму, стрічка для демпфірування коливань, звукоізоляційний рідкий напилувач на основі целюлози, пробкові підкладки, звукоізоляційна піна.[9]

### 1.3. Звукоізоляційна кабіна

Звукоізолюючі кабіни є ефективним засобом захисту від шуму персоналу, що працює в найбільш важких галасливих умовах виробничих приміщень. Одночасно вони можуть служити і для захисту від інших шкідливих чинників: від пилу, від високих температур і т.д.

Рекомендується пристрій звукоізолюючих кабін для установки в них пультів дистанційного керування технологічним обладнанням; розміщення контрольних приладів, які потребують постійного спостереження; розміщення робочих місць начальників, майстрів, чергових цехів, змін і дільниць в зонах підвищеного шуму та інших шкідливих чинників; розміщення пультів зв'язку по телефону або з іншими переговорними пристроями в зонах підвищеного шуму; пристрою місць відпочинку робітників, які перебувають протягом зміни в умовах підвищеного шуму; проведення аудіометричних вимірювань при перевірці слуху.

Звукоізолюючі кабіни зручні тим, що вони можуть мати будь-який необхідний розмір і їх можна встановлювати на будь-якому місці виробничого приміщення. Варіюючи конструкції огорожень кабіни можна домогтися необхідного зниження шуму, що відповідає вимогам санітарних норм для даних робочих місць при відносно невеликій витраті матеріалів і засобів.[10]

Часто у музикантів виникає питання про те, як зробити якісний запис пісні або інструменту. Незалежно від якості інструментів, студійного обладнання яке використовується, неминуче на задньому плані будуть сторонні шуми, такі як гудіння, вуличний шум, відбиття від стін кімнати. Для вирішення цієї проблеми була розроблена звукова студія, яка включає звукоізоляційну кабіну, де робляться інструментальні та голосові записи.

Звукоізоляційна кабіна - це стандартна невелика кімната в студії звукозапису, яка має звукоізоляцію для захисту від зовнішніх і внутрішніх звуків, і, як і у всіх інших кімнатах звукозапису, вона призначена для зменшення кількості розсіяного звуку відбитих від стін, щоб зробити хороше звучання в кабіні. Барабанщик, вокаліст або гітарний динамік, разом з мікрофонами, акустично ізолювані в кімнаті.

Професійна студія звукозапису має диспетчерську, велику концертну кімнату і одну або кілька невеликих ізолюючих кабін. Її робота полягає в тому, що через загороджувальні конструкції звук передається в результаті того, що повітря яке коливається зі сторони джерела шуму передає деяку частину кінетичної енергії загородженням, змушуючи їх слабо коливатися і деформуватися по всій довжині. Рух частково передається протилежній стороні, генеруючи звук в повітрі всередині kabіни.

Акустична звукоізоляційна kabіна - компактна споруда з технологічним звукоізоляційним наповненням, яке встановлюється всередині житлових і нежитлових приміщень різного призначення. По суті, це «кімната» в кімнаті, що захищає користувача і чутливу апаратуру від зовнішнього шуму.

Для створення сприятливого акустичного середовища стінки і стелю kabіни обшиваються акустичним поролоном, в деяких випадках виправдане використання для внутрішньої обробки дифузорів. У багат шарову конструкцію також включають звуко-, віброізолюючі матеріали, що перешкоджають виходу гучних звуків за межі вокальної kabіни. Внутрішній простір акустичної kabіни надійно захищене від зовнішніх шумів. Акустична обробка поверхонь допомагає впоратися з внутрішніми резонансами, довести до нормальних показників час реверберації.

Всі існуючі звукоізоляційні kabіни можна умовно поділити на такі види:

- За рівнем звукоізоляції - стандартні (40 + дБ), посилені (50 + дБ), професійні (60 + дБ).
- За розміром - одномісні, двомісні, тримісні та ін.
- За варіанту установки - пристінні, кутові, окремо стоячі.
- За типом конструкції - стаціонарні, збірно-розбірні.
- За наявності додаткових опцій - з вентиляцією, з вбудованим освітленням, з полицями, розетками, з мережевими фільтрами, портами для проводів і т. п.

Область застосування звукоізолюючих кабін:

- Музикантам і вокалістам, які хочуть мати можливість репетирувати, записуватися в дома, але не хочуть порушувати особистий комфорт інших людей.
- Блогерам і стримерам, які хочуть щоб їм ніхто не заважав знімати ролики, радувати користувачів новими Стрім в будь-який час дня і ночі.
- Дикторам, акторам, які потребують акустично комфортні приміщення для репетицій.
- Звукоінженерам, музичним продюсерам для робіт по зведенню, виконанню треків.
- Представникам мультимедіа продакшена, які працюють над озвученням фільмів, серіалів, телевізійної та радіо реклами.
- Співробітникам call-центрів, багатолюдних офісів, яким постійно доводиться проводити важливі переговори по телефону, відео зв'язку. Використання звукоізолюючої kabіни дозволяє працювати в тиші, забезпечити потрібний рівень конфіденційності розмов.[11]

Серед звукоізоляційних кабін розрізняють такі види:

Акустична kabіна для офісу. Багатьом співробітникам офісу потрібна самота під час розмови по телефону або для відеоконференції. В такому випадку акустична kabіна для офісу є незамінним атрибутом, якщо приміщення являє собою відкритий простір, де робочі місця співробітників розділені перегородками. У подібних офісах часом неможливо знайти тихе місце і абстрагуватися від стороннього шуму. Розмови між співробітниками, телефонні переговори, звук офісної техніки та іншої шум часом заважає важливої частини роботи. Kabіна, встановлена в шумному приміщенні, допоможе вирішити цю проблему і навіть збільшити продуктивність. У ній співробітник зможе зосередитися на роботі, зробити важливий дзвінок і не буде відволікатися на сторонні звуки. Незамінною частиною подібного офісу стане акустична kabіна для переговорів, яка дозволить співробітникам обговорювати важливі робочі питання. Притому конструкція винаходу не тільки відокремлює

знаходжених в ній людей від шуму навколишнього простору, але і не дозволяє звуку з кабіни виходити за її межі, що забезпечує конфіденційність розмов.

Акустична кабіна для звукозапису. Музикантам або дикторам просто необхідно знизити рівень стороннього шуму, щоб зосередитися на музиці і голосі. У домашніх умовах це зробити неможливо, так як сторонній фон у вигляді гулу, вуличних звуків і відлуння від стін буде присутній. Однією з якісних характеристик акустичної кабіни є поглинання непотрібних відображень звукових хвиль. Установка акустичної кабіни для звукозапису в домашніх умовах значно заощадить час на поїздки в студію, а також кошти на її оренду, позбавить музиканта і його сусідів від зайвих незручностей, а також дозволить вийти творчості музиканта на новий рівень не виходячи з дому. Перевагою є те, що серед моделей акустичних кабін можна вибрати найбільш компактну, щоб не займала багато місця, з можливістю легко зібрати її і встановити. Можна навіть замовити акустичну кабіну певного розміру, щоб гармонійно вбудувати в інтер'єр. Кабіна також має беззвучну вентиляцію, що дозволяє перебувати в ній тривалий час.[12]

Звукоізоляційна шафа. Ці звукоізоляційні шафи виготовлені з використанням сировини вищої якості, яка забезпечує їм високу міцність, а також довгий термін експлуатації. Вони доступні в різних розмірах, а також конструкціях. Ці шафи відомі надійністю, високою продуктивністю та безшумною роботою. Кабіни широко використовуються у важкому промисловому виробництві, на заводах для генерації електроенергії, де гучний, низькочастотний та негігієнічний звук буде видаватися від важких рухомих машин, турбін, шліфувальних верстат тощо, і це створює нездорові робочі умови для оператора, співробітника, персоналу.

Кімната для перевірки шуму. Вона призначена для тестування шуму, тестування двигунів. Дана кімната використовуються для тестування звукової потужності та інтенсивності звуку.

Звукозахисні будки. Щоб максимально придушити рівень шуму, створили видатні звукозахисні будки, стенд для перевірки шуму або скажімо акустичну випробувальну камеру. Її особливості в тому, що вона ефективно контролює звук, має вікно моніторингу та порошкове покриття.

Кабіна для музичної практики. Дане приміщення існує в різних розмірах і конфігураціях. Кімната належним чином налаштована для правильної кількості поглинання та дифузії, щоб музикант чітко почув найкращий можливий звук. Кабіну можна перемістити чи змінити в розмірі. Дозволяє музиканту навчитися адаптуватися у різних просторах виконання та отримувати негайний зворотній зв'язок із записом / відтворенням під час заняття.

Телефонні звукоізоляційні кабінки. Найчастіше використовується на нафтових бурових установках, де трохи конфіденційності та спокою, важко знайти. Телефонні звукоізоляційні стенди виготовлені із пластику, армованого скла, зовнішні дверцята, що відкриваються, має заклеєну панель з полікарбонату, оснащена автоматичним дверцятами та має надійну ручку. Похилий дах перешкоджає збору вологи та дощової води. Акустична плита розміщується всередині порожнини даху для подальшої ізоляції. Як правило, на внутрішню задню панель встановлена панель для кріплення телефону. Додаткові прилади - це внутрішнє освітлення, килимове покриття та напівпрозора покрівля, яка забезпечує природне джерело світла. Дверний склопакет також може бути встановлений до дверей за бажанням.[13]

### **Висновки до розділу I.**

1. У сучасному світі боротьба з шумом є досить актуальною проблемою. Необхідно знижувати шуми у джерелах їх виникнення, створювати малошумні чи безшумні машини, промислове та транспортне устаткування, використовувати матеріали звукоізоляції і звукопоглинання, використання глушників шум продумуючи це, ще на початку проектування. Проблема забруднення навколишнього середовища шумом є завданням не тільки технічного характеру, а й суспільного. Досить важливе місце у взаємодії природи і суспільства посідає активна і свідома боротьба з шумовими забрудненнями навколишнього середовища.

За своєю природою шум поділяється на механічний, аеродинамічний, гідравлічний, електромагнітний. Для усунення кожного виду шумів існують різні засоби та методи їх ліквідації. А для локалізації джерела шуму застосовують засоби і методи індивідуального та колективного захисту.

2. Для створення чудової акустичної обстановки в приміщенні, його треба захистити від зовнішнього шуму. Вирішити цю проблему допоможе звукоізоляція, вона знижує рівні звукового тиску при проходженні хвилі крізь перешкоду. Звукоізоляція захищає від повітряного, ударного та структурного шумів. Для захисту від таких шумів існує безліч звукоізоляційних матеріалів, які допомагають покращити звукоізоляцію в приміщенні.

3. Для найкращого захисту від шуму на виробництві або для творчої роботи була створена звукоізоляційна кабіна. Її призначена полягає в зменшенні кількості розсіяного звуку відбитих від стін, щоб зробити хороше звучання в кабіні. Вона будується з найкращих високоякісних звукоізоляційних матеріалів. Перевага звукоізоляційної кабіни в тому, що вона може бути різних розмірів і зручна в встановленні в будь якому приміщенні. В світі є безліч видів звукоізоляційних кабін для різних видів діяльності, без яких важко представити роботу в цехах, офісах та в творчості музикантів.



## **РОЗДІЛ II. ПРОЕКТУВАННЯ ЗВУКОІЗОЛЯЦІЙНИХ КАБІН**

### **2.1. Класифікація звукоізоляційних кабін**

За архітектурно-планувальних рішень кабінки повинні відповідати вимогам технологічного процесу, для якого вони призначені, забезпечувати необхідний огляд технологічного обладнання та зручність розміщення в них пультів управління контрольно-вимірювальних приладів і робочих місць операторів.

Кабінки можуть бути встановлені на підлозі цеху або вище - на піднятих майданчиках і на антресолях для збільшення площі огляду в цеху. Найчастіше кабінки бувають квадратними або прямокутними в плані, з вертикальним або похилим бічним склінням. В необхідних випадках одна зі стінок кабінки (з склінням) може бути напівкруглої або у вигляді еркера. Але більш прості форми кабінки краще, так як це спрощує вузли стикування окремих елементів, зменшує кількість можливих щілин в них і, отже, покращує звукоізоляцію кабінки.

За конструктивними особливостями кабінки можуть бути каркасними і без каркасними:

- зі збірних елементів, заздалегідь виготовлених на заводі (панелі сталеві, алюмінієві, пластикові щитові тощо);
- зі звичайних будівельних конструкцій (залізобетон, цегла та ін.);
- зі спеціальних будівельних конструкцій підвищеної звукоізоляції (подвійні стіни з цегли або бетону, зі складним склінням, подвійними дверима).

Відповідно до забезпечення ізоляції від повітряного шуму кабінки можуть поділятися на чотири класи:

1-й клас - кабінки, що забезпечують підвищену звукоізоляцію: від 25 дБ в октавній смузі 63 Гц до 45 дБ в октавній смузі 8000 Гц і вище; для таких кабін застосовують важкі будівельні конструкції;

2-й клас - кабінки, що забезпечують звукоізоляцію від 15-24 до 35-44 дБ в октавних смугах від 63 до 8000 Гц; для кабін цього класу можливе застосування звичайних будівельних конструкцій або збірних конструкцій підвищеної звукоізоляції;

3-й клас - кабіни, що забезпечують звукоізоляцію від 5-14 до 25-34 дБ в октавних смугах 63-8000 Гц; такі кабіни, як правило, збираються з готових елементів або панелей;

4-й клас - кабіни, що забезпечують низьку звукоізоляцію: від 4 до 24 дБ в октавних смугах 63-8000 Гц (такі кабіни найчастіше можна зустріти в діючих цехах) і можуть бути виконані з полегшених збірних конструкцій, таких як пластик, ДСП, фанера і т.д. в поєднанні з мінераловатними плитами і захисним покриттям внутрішніх поверхонь кабіни.

Для металургійної промисловості необхідні кабіни 2-го і 3-го класу; для турбінних та котельних залів ТЕЦ і ТЕС необхідні кабіни зі звукоізоляцією не нижче 2-го класу; для цехів випробування моторів і двигунів, компресорних і тому подібних гучних виробництв необхідні кабіни 1-го і 2-го класу по звукоізоляції.

Розрахунок необхідної звукоізоляції кабіни.

Розрахунок необхідної ізоляції повітряного шуму елементами огорожі кабіни (стінами, перекриттям, вікнами, дверима) проводять для кожної з восьми октавних смуг за формулою:

$$R_{нб} = L_{ш} - 10lgB_k + 10lgS_i - L_{доп} + 10lgm$$

Або за аналогічною формулою:

$$R_{нб} = L_{P_{сум}} - 10lgB_{ш} - 10lgB_k + 10lgS_i - L_{доп} + 10lgm + 6$$

Де  $L_{ш}$  - октавний рівень звукового тиску, дБ, в приміщенні з джерелами шуму на передбачуваному місці установки кабіни, виміряний в діючому цеху або розрахований за формулою;  $L_{P_{сум}}$  - сумарний октавний рівень звукової потужності, дБ, джерелом шуму, встановлених в приміщенні;  $B_k$  - постійне приміщення кабіни;  $B_{ш}$  - постійне приміщення з джерелами шуму;  $S_i$  - площа  $i$ -го огороженого елемента кабіни,  $m^2$  (глухі стіни, верхнє перекриття, вікна, двері),  $i = 1, 2 \dots m$ ;  $L_{доп}$  - допустимий по санітарним нормам октавний рівень звукового тиску на робочому місці в кабіні, дБ;  $m$  - число різних по ізоляції огорожувальних елементів кабіни.

Ізоляція повітряного шуму елементами огорожі з більшою площею  $S_i$  повинна бути вище, ніж ізоляція елементами меншої площі (наприклад, вікнами або дверима).

Підбирати огорожі слід так, щоб їх звукоізоляція була не нижче необхідної для даного елемента.

Після вибору огорожувальних конструкцій всіх елементів кабіни слід провести перевірочний розрахунок очікуваного зниження шуму, що забезпечується кабіною  $\Delta L_{\text{каб}}$ , дБ, в октавних смугах за формулою:

$$\Delta L_{\text{каб}} = \bar{R}_{\text{ср}} + 10 \lg B_{\text{к}} - 10 \lg \sum_{i=1}^m S_i$$

де

$$\bar{R}_{\text{ср}} = 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^m S_i}{\sum_{i=1}^m S_i \cdot 10^{-0,1 R_i}},$$

$S_i$  і  $R_i$  - відповідно площа,  $\text{м}^2$ , і величина ізоляції повітряного шуму, дБ.

## 2.2. Основні принципи проектування звукоізоляційних кабін

При проектуванні кабіни необхідно виконати наступні вимоги:

- У кабіні повинно використовуватися звукопоглинання;
- Конструктивні отвори, якщо вони необхідні, потрібно розташовувати в зоні акустичної тіні;
- Слід виконати акустичну герметизацію елементів огорожі кабіни (при цьому поверхнева маса ущільнювача повинна бути порівнянна з поверхневою масою огорожі);
- Кабіна повинна бути віброізована від вібруючої поверхні (наприклад, рами), на яку вона встановлюється;
- Поверхнева маса елементів огорожі кабіни (наприклад, вікон) повинна бути близька до поверхневої маси огорожувальних конструкцій;
- Допускається деяке зменшення звукоізоляції і зниження вимог до акустичної герметизації для панелей, розташованих в зоні акустичної тіні кабіни;
- Металеві елементи кабіни рекомендується покривати вібродемпфіруючим покриттями;

- Поверхня огорожі кабіни, розташована поблизу джерела шуму, повинна мати посилену звукоізоляцію.

Для зниження реверберації і підвищення ефективності звукоізолюючої кабіни внутрішні поверхні кабіни (стелю, стіни, двері, простінку між вікнами) слід облицьовувати звукопоглинальними матеріалами з коефіцієнтом звукопоглинання на частотах від 125 Гц не менше 0,5. Найбільш зручними для цього є звукопоглинаючі плити з гранульованої мінеральної вати на композиційному сполучному типу «Акмігран» на віднесенні від стіни 15-20 см або шаруваті конструкції, що складаються з мінераловатних і скловолокнистих плит товщиною 50 мм і щільністю не більше 80 кг / м<sup>3</sup>, обгорнутих в склотканина або в плівку завтовшки 0,05 мм для запобігання висипання волокон матеріалу. Із зовнішнього боку мінераловатні плити закриваються парфорірованим екраном товщиною 0,8-1 мм з металу або просічно-в'язної з відсотком парфорації не менше 12-15% і отворами 2-4 мм в діаметрі. Якщо необхідна забарвлення перфорованих екранів, то її слід проводити фарбопультом до установки в конструкцію, щоб фарба не покривала отвори і тканину за ними.

Кабіни 1-го класу повинні мати стіни з звичайних будівельних конструкцій не тонше ніж в 0,5 цегли, оштукатурених з двох сторін, перекриття - із залізобетонних плит товщиною не менше 100 мм з поверхневою щільністю 250 кг / м<sup>2</sup> і більше. Двері в кабінах цього класу повинні мати підвищену звукоізоляцію. При одинарній двері полотно роблять з двох сталевих листів 5 і 3 мм, між якими щільно затискають жорсткі мінераловатні плити товщиною 80 мм. Двері по контуру мають прокладки з м'якої гуми, герметично закривають всі зазори і щілини. Двері оснащуються одним або двома (по висоті) клиновими затворами, що забезпечують щільне примикання дверей до коробки.

Вікна в кабінах 1-го класу в залежності від загальної площі скління повинні мати подвійне або потрійне застклення з силікатного скла різної товщини (наприклад, 4 і 7 мм з повітряним проміжком 200-400 мм або два скла по 4 мм і одне 3 мм з повітряним проміжком 16 і 200 мм) або з оргскла товщиною 20-30 мм. Скло оснащуються по контуру фасонними гумовими прокладками, герметизовувати всі

щілини і нещільності. При відкритті вікнах необхідно мати пружинні затвори, що забезпечують герметичність при закритих вікнах.

Для зниження шуму в кабінах 1-го класу, що передається через перекриття, на якому встановлені стіни кабіни, необхідно робити плаваючу підлогу. Основою підлоги служать жорсткі мінераловатні плити товщиною не менше 50 мм, які розміщені по всій площі кабіни, зверху на них укладають плити ДСП, щити з досок і т.д., а потім - лінолеум. Плити та щити не повинні торкатися стін кабіни, щілини між ними заповнюють мінеральною ватою і закривають плінтусами, які прибивають тільки до плит або щитів підлоги.

Кабіни 2-го і 3-го класу, найбільш необхідні в промисловості, можуть мати каркасну збірно-розбірну конструкцію.

Каркас кабін 2-го класу виконується з металевого прокату або алюмінієвих профілів. До каркасу нижньої основи кріплять каркаси бічних стін. На зібрану коробку укладають каркас верхнього перекриття кабіни. Бічні каркаси, перекриття та нижня частина утворюють просторову конструкцію, до якої зовні кріплять панелі огорожі (в тому числі з вікнами і з дверима) і верхнього перекриття, а зсередини - панелі нижнього перекриття, підлога і звуковбирну облицювання.

Звукоізоляція кабін зі збірних елементів залежить від конструкції навісних панелей огорожі, їх ваги, але більш за все від наявності (або відсутності) щілин в місцях сполучення панелей один з одним і з каркасом кабіни. Тому при проектуванні кабін слід передбачати мінімальну кількість швів між панелями огороження, їх герметизацію гумовими або іншими пружними прокладками.

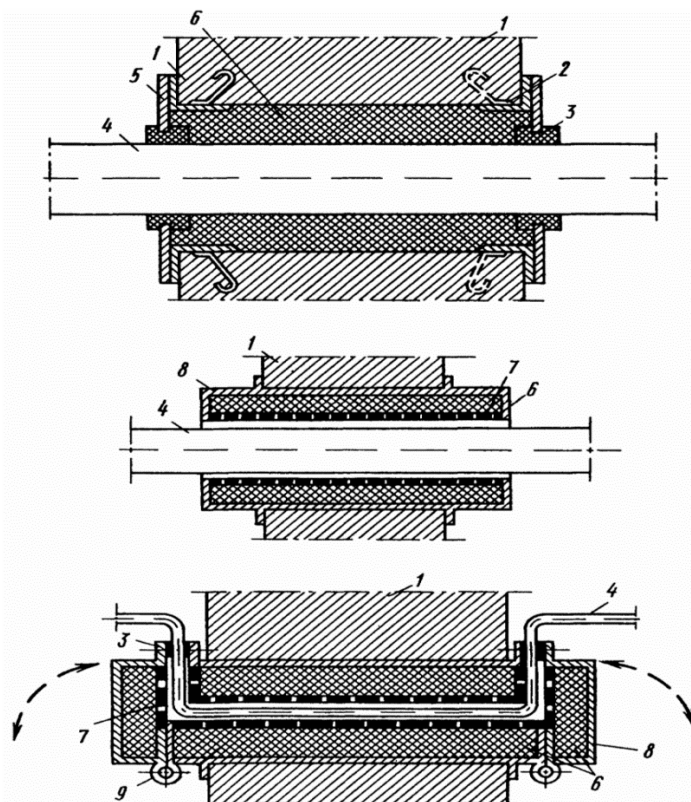
Нижня основа кабіни слід встановлювати на спеціальні амортизатори, розраховані на кабіну з встановленим в ній обладнанням та обслуговуючим персоналом. Нижня перекриття також має забезпечувати герметичність швів по периметру кабіни, інакше ефективність кабіни буде значно нижче розрахованої, особливо в області високих частот.

Панелі огорожі, як правило, виконуються з віконними і дверними отворами, панелями освітлення, панелями-глушниками шуму, системи вентиляції кабіни і мають шарувату конструкцію. Із зовнішнього боку це може бути сталевий або

алюмінієвий лист товщиною 1,5-3 мм, всередині шар звукопоглинального матеріалу товщиною 50-80 мм, склотканина або плівка, з внутрішнього боку кабіни - перфорований сталевий або алюмінієвий лист з перфорацією на менше 15% (діаметр отворів 3-5 мм). При такій конструкції спеціальне звукопоглинаюче облицювання усередині кабіни не потрібно.

Огорожею кабін 3-го класу можуть бути також шаруваті панелі з деревоволокнистих плит, товщиною 19 мм, облицювання з двох сторін алюмінієвими листами товщиною 2 мм. В цьому випадку всередині слід виконати додатково звуковбирне облицювання стелі та стін кабіни, як це робиться в кабінах 1-го класу.

Часто ефективність кабін знижується через наявність щілин в місці установки кондиціонера, а також в місцях проходження через стінки електропроводів, кабелів зв'язку та інших необхідних комунікацій. Ці вузли повинні бути ретельно звукоізовлювані. Приклади рішень звукоізовлюваних введів технологічних комунікацій в стіни кабіни наведені на мал. 1.



Мал.1 Звукоізоляція місць проходу комунікацій через огорожі: 1 - стіни або перекриття; 2 - обрамлення отвору (куточки); 3 - гумові прокладки; 4 - комунікації; 5 - фланці (на гвинтах); 6 - звукопоглинаючий матеріал; 7 - перфорований метал; 8 - глушник шуму, який утворює канал; 9 - петлі відкладаються кришок.

Основні дефекти які впливають на фактичну звукоізоляцію кабін:

- Невідповідність по звукоізоляції конструкцій дверей, вікон, стін;
- Наявність щілин по периметру нижнього перекриття кабін, а також між панелями і каркасом;
- Значні щілини в місці примикання верхнього перекриття до стін;
- Недостатня товщина скла, погане виконання скління без герметизації скла по контуру;
- Відсутність глушників шуму в системі вентиляції кабін, що призводить до підвищеного шуму в кабіні, проникаючого по воздуховодам від вентилятора або від шумного обладнання в приміщенні, через яке проходить воздуховод до кабін;
- Відсутність звукопоглинаючого облицювання усередині кабін;
- Погана вентиляція і освітлення в кабіні;
- Незручне розташування робочих місць в кабіні, поганий огляд устаткування;
- Вібрація підлоги і стінок кабін, яка веде до збільшення шуму в кабіні.

Особливі вимоги необхідно пред'являти до якості виготовлення каркаса і огорожувальних панелей, дотримання необхідних допусків, щоб уникнути браку при складанні кабін на місці установки.

Перш за все, необхідно ретельно дотримуватися технологію збирання кабін, проводити роботи по герметизації стиків і подальшу перевірку виконаних робіт, так як наявність щілин зводить нанівець всі інші заходи щодо підвищення звукоізоляції кабін, наприклад такі, як збільшення товщини і маси огорожувальних елементів кабін.

При проектуванні кабін необхідно враховувати, що для отримання необхідної за розрахунками звукоізоляції від повітряного шуму кабін слід вибирати огорожувальні елементи зі звукоізолюючою здатністю вище, ніж  $R_{нб}$ , на 5-8 дБ. Якщо при виготовленні огорожувальних елементів кабін, її дверей і віконного заповнення будуть витримані необхідні допуски, а також буде проведена якісна

збірка кабін, тоді можна очікувати, що звукоізоляція кабін в цілому буде відповідати  $R_{нб}$ . [14]

Звукоізоляції стін. Розетки, вимикачі світла та електричні коробки - слабкі місця в будь-якій обробці звукоізоляції. Електричні коробки повинні бути загорнуті в глину або шпаклівку і підкладені вінілом. Після встановлення пластин вимикачів, випускних кришок та світильників слід нанести акустичну прокладку по всьому периметру пластин або світильників.

Маса - єдиний спосіб зупинити звук. Маса стосується гіпсокартону, фанери або бетону. Масово завантажений вініл використовується для зволоження або послаблення звукових хвиль між шарами маси. Використання в'язкопружного демпфуючого з'єднання або вінілу перетворює звукові хвилі в тепло, послаблюючи хвилі до досягнення наступного шару маси.

Стіни заповнені ізоляційною мінеральною вовною. Залежно від бажаного рівня обробки може знадобитися 2 шари утеплювача. Використання еластичних ізоляційних затискачів допомагає в процесі демонтажу як звукоізоляції стін, так і стелі. Після встановлення затискачів, еластичний ізоляційний канал легко натискає на кліпи.

Установка звукоізоляційного гіпсокартону рекомендується для його більш високого значення передачі звуку. Звукоізоляція гіпсокартону в поєднанні з в'язкопружним складом може досягти зниження шуму передачі звуку 60+. Важливо використовувати кілька шарів маси, різної ширини та щільності, щоб оптимізувати будь-яку обробку звукоізоляції.

Звукоізоляція підлоги. Залишення зазору між перехідною та підлоговою фанерою є найефективнішим способом установки звукоізоляційних підлог. Неопренові стрічки або ущільнювачі у формі гуми допомагають відшаровувати підлогу від балки. Додатковий шар фанери можна встановити в'язкопружним складом. Масовий навантажений вініл у поєднанні з відкритою коміркою з гумою або підкладкою з пінопласту із закритим осередком ще більше знизить передачу звуку. Після застосування цих прийомів можна встановити паркет або килимове покриття.



Додаткові килимки та меблі допоможуть зменшити небажане відображення всередині приміщення.

Кімната в кімнаті. Кімната всередині приміщення - це один із способів виділення звуку та запобігання його передачі у зовнішній світ, де це може бути небажаним.

Більшість передач вібрації / звуку з приміщення назовні відбувається за допомогою механічних засобів. Вібрація проходить безпосередньо через цеглу, столярку та інші міцні конструктивні елементи. Коли він зустрічається з таким елементом, як стіна, стеля, підлога чи вікно, який виконує роль звукозахисної дошки, вібрація посилюється і чується у другому просторі. Механічна передача набагато швидша, ефективніша і, можливо, легше посилюється, ніж повітряна передача тієї ж початкової сили.

Застосування акустичної піни та інших абсорбуючих засобів менш ефективно проти цієї переданої вібрації. Користувачеві рекомендується перервати зв'язок між приміщенням, яке містить джерело шуму, і зовнішнім світом. Це називається акустичною розв'язкою. Ідеальна розв'язка передбачає виключення передачі вібрації як у твердих матеріалах, так і в повітрі, тому надходження повітря в приміщення часто контролюється. Це має наслідки для безпеки: всередині нерозділеного простору повинна бути забезпечена належна вентиляція, і газові обігрівачі не можна використовувати.[15]

## **Висновки до розділу II.**

1.Звукоізоляційна кабіна використовується на різноманітних виробництвах і різних сферах діяльності. Для зручності та максимальної продуктивності звукоізоляційних кабін, її поділили на чотири класи. Кожна з них захищає від певного рівня шуму, має свою індивідуальну будову та матеріал. Також звукоізоляційна кабіна поділяється за конструктивними особливостями на каркасні та без каркасні. Кабіна може складатися зі збірних елементів, зі звичайних будівельних конструкцій, зі спеціальних будівельних конструкцій підвищеної звукоізоляції.

2. Для правильного проектування звукоізоляційної кабіни треба дотримуватися наступних вимог: виконувати акустичну герметизацію елементів огорожі; рекомендовано покривати металеві елементи вібродемпфіруючим покриттями; кабіна повинна бути віброізольована від вібруючих поверхонь; рекомендовано використовувати звукопоглинаючі матеріали. Існують деякі дефекти які можуть виникнути в процесі роботи звукоізоляційної кабіни, а саме наявність щілин, недостатня товщина скла, погана вентиляція та відсутність глушників шуму, сильна вібрація підлоги кабіни, відсутність звукопоглинаючих матеріалів.

### РОЗДІЛ III. РОЗРОБЛЕННЯ ЗВУКОІЗОЛЯЦІЙНОЇ КАБІНИ

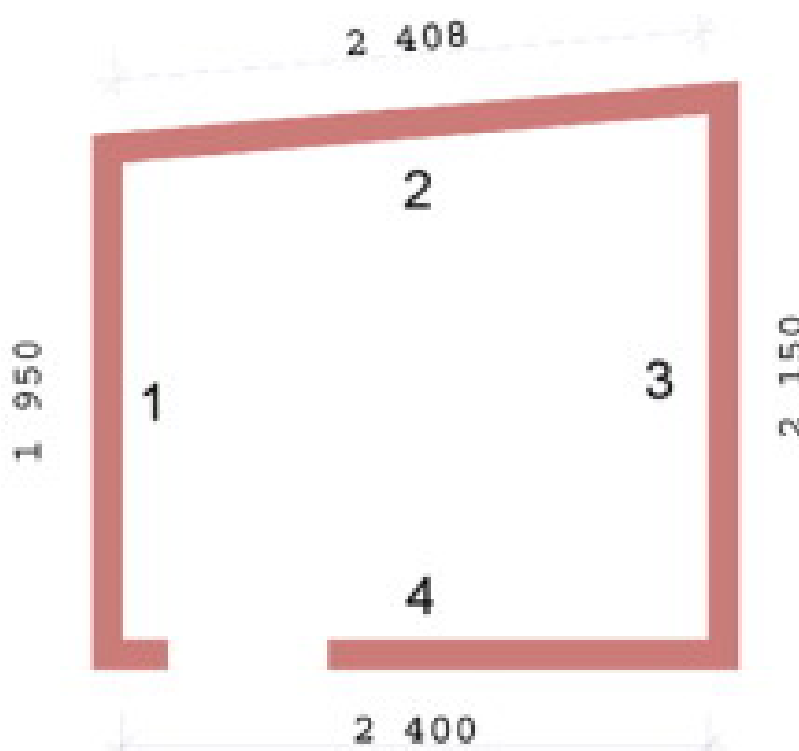
Невеликі звукоізольовані кімнати звукозапису доступні майже у всіх студіях. Такі кімнати можуть вирішити багато поточних робіт у студії: звукозапис, дублювання фільмів, гітарні та басові системи, оповідання історії. Єдиним попередженням може бути запис back-вокалу під час альтернативного запису декількох партій. Справа в тому, що навіть незначні проблеми акустичного характеру у приміщенні, непомітно під час запису дорожки, можуть виникати під час перемішування, коли таких доріжок багато. Особливо це стосується тих випадків, коли положення мікрофона та співаків, що співають в ньому по черзі, не змінюються. У цьому випадку краще співати всім одночасно і записуватись у кімнаті з нейтральною акустикою.

Технологічно виробництво акустичних кабін дуже схоже на дизайн кімнат з нейтральною акустикою. Запис голосу в цих кабінах проводиться за допомогою кардіоїдного мікрофона, а положення виконавця вибирається таким чином, щоб мікрофон не був спрямований на відбиваючі поверхні (вікно, двері, тощо).

Спеціально оформлені вокальні кімнати повинні бути максимально нейтральними. Слід зазначити, що у великих приміщеннях простір навколо мікрофона зазвичай відрізняється відсутністю ранніх відбитків, які забарвляють звук. Але в маленьких кімнатах досягти цього не так просто, а особливо в тих, що зазвичай асоціюються з вокальними кімнатами - дуже важко досягти загального нейтралітету. Тому у випадках, коли немає великої кімнати, звукозапис, очевидно, краще робити в умовах, коли кімната не дає ніякої акустичної інтенсивності, за винятком, мабуть, відбиттів, що надходять від підлоги та вікна, оскільки також потрібно враховувати коефіцієнт розбірливості звукопоглинаючого матеріалу. Невеликий розмір приміщення забезпечує дуже невеликий «часовий проміжок» між прямим звучанням вокалу та його першими відбиттями, що може призвести до того, що багато голосових тонів стають нерозбірливими.[16]

Через те, що енергія низькочастотних режимів маленької кімнати насправді не згасає, прості зусилля для досягнення її поглинання за рахунок облицювання стін та стелі звукопоглинальною плиткою чи іншим матеріалом будуть явно недостатніми.

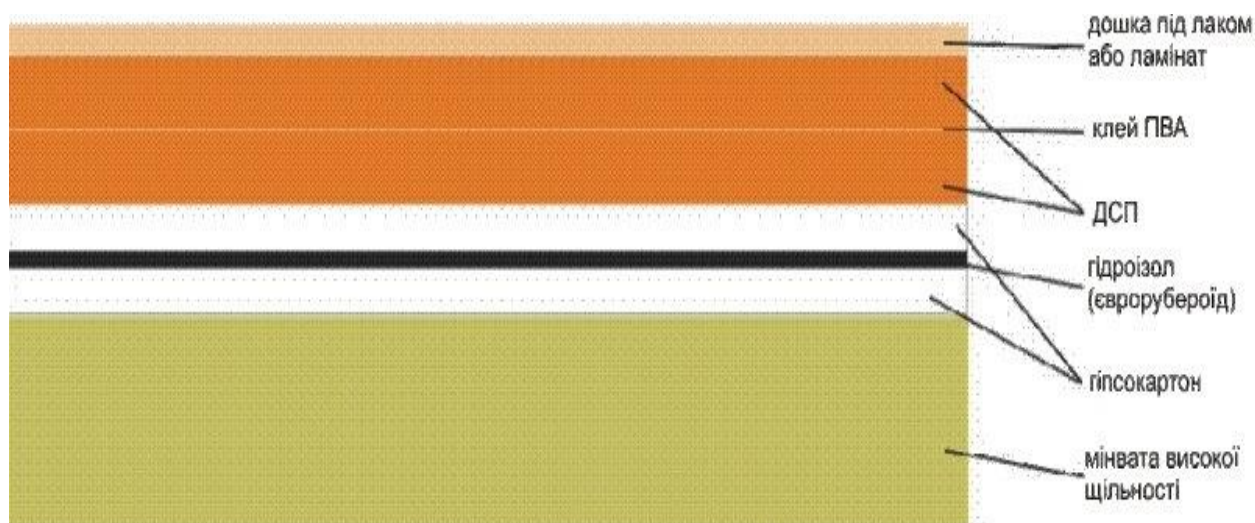
Він буде поглинати високі частоти, залишаючи функції на нижчих середніх і низьких частотах майже недоторканими. В результаті у нас є кімната з яскраво забарвленим обсягом, з сильним «шумом». Це відбувається, коли рішення однієї проблеми негайно створює ще дві. Зробити маленьку музично нейтральну кімнату практично неможливо, тому єдине, що ви можете тут зробити, - це досягти повного звукопоглинання в ній, а потім запропонувати невелику кількість дискретних відображень. Розглянемо етапи побудови акустичної кабінки. На малюнку 2 показана конструкція голосової кабінки площею підлоги  $7\text{ м}^2$  та висотою стелі 3 м. Поверхні кімнати виконані з пінобетону.



*Мал.2 Розміри вокальної кабінки*

### 3.1. Проектування підлоги

Підлога матиме структуру, яка зображена на мал. 3.

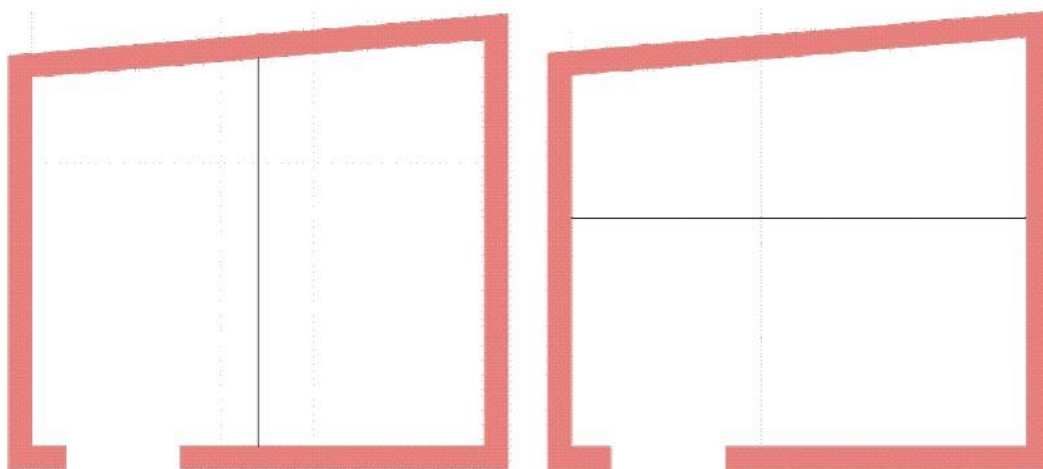


*Мал.3 Структура „плаваючої” підлоги*

Етапи роботи:

- Простелити поверхню підлоги мінеральною ватою високої щільності, одночасно підводячи всі необхідні кабелі між контрольною та вокальною кімнатами.
- Зверху покласти перший шар гіпсокартону 12 мм, який обрізають так, щоб він був 2-3 см від стін під час монтажу. Напрямок розміщення показано на малюнку. 4 а;
- Зверху нанести шар гідроізола (ущільнювальний матеріал від 4 кг / м<sup>2</sup>). напрям розміщення не має значення.
- Покласти ще шар гіпсокартону поверх гідроізола. Напрямок розміщення має бути перпендикулярним напрямку розміщення першого шару (рис. 4, б). Обріжте гіпсокартон так, щоб після монтажу він знаходився на відстані 2-3 см від стін.
- Вирізати ДСП розміром 19 мм щоб форма була під підлогу, щоб вона ніяким чином не доторкалася стін (проміжок 2 - 3 см).
- Вирізати другий шар ДСП так, щоб листи нижнього та верхнього шарів перекривались (подібно до гіпсокартону).
- Змастити нижній шар ДСП великою кількістю клею (зверху).

- Нанести верхній шар ДСП і закріпити його саморізами довжиною 35 мм з відстанню 25 - 30 см.
- Лаковану дошку чи ламінат укласти ще зарано.



Мал.4 Направлення укладки гіпсокартонних панелей. а)нижній шар; б)верхній шар

### 3.2. Проектування стін

#### Перша стіна

- Каркас зробити з брусків (мал. 5, а). Прибити горизонтально до підлоги за допомогою цвяхів які мають довжину 70 - 100 мм. Проміжок брусків між їх центрами - 60 см. Вертикальні бруски довжиною - 240 см, горизонтальні - 245 см.
- Два аркуші гіпсокартону(половинка і цілий) укладаються зверху по вертикалі. Кріпляться та відрізаються.
- Гідроізол нанести поверх гіпсокартону. Напряом нанесення не має значення.
- Знову наносимо на гідроізол гіпсокартон по вертикалі. Спершу половина аркушу, а далі цілий.
- Отриманні три шари з гіпсокартону і гідроізолу потрібно зафіксувати цвяхами 50 мм до каркасу дотримуючись відстані кожні 15-20 см. Цвяхи потрібно прибити через шайби 20x20 мм.
- Покрити зверху шаром мінеральної вати, щільність якої дорівнює 35 кг/м<sup>3</sup>, та закріпити його цвяхами які мають картонні шайби.

- Стіну потрібно розмістити вертикально, шар мінеральної вати потрібно розмістити до зовнішньої стіни гіпсокартону. Закріпити стіну до підлоги цвяхами за допомогою нижнього бруса.

- За допомогою правого бруса закріпити її з другою стіною.

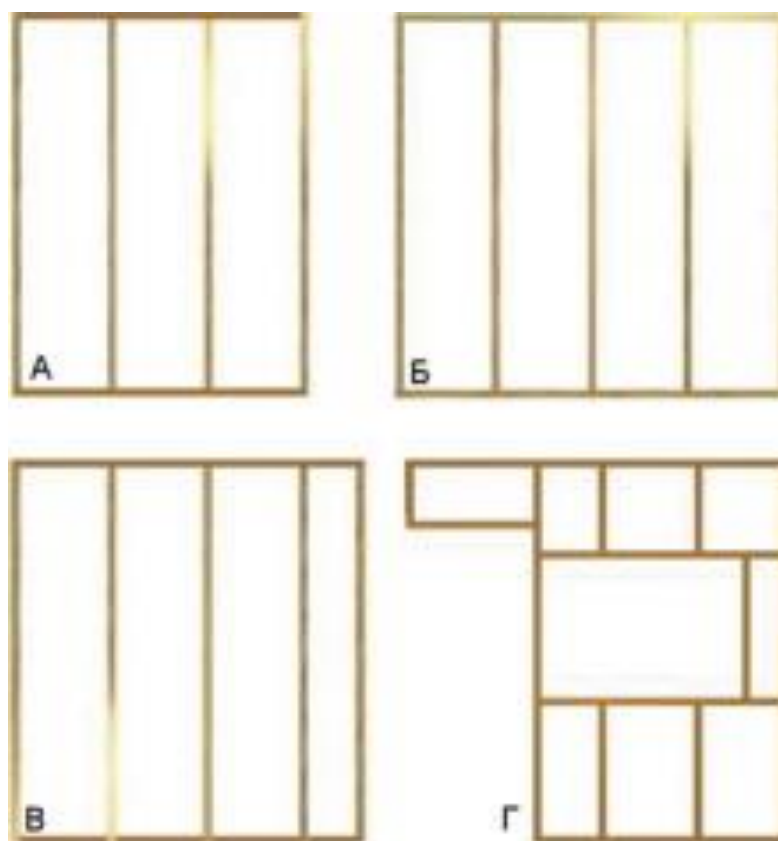
#### Друга стіна

- Каркас зробити з брусків (мал. 5, б). Прибити горизонтально до підлоги за допомогою цвяхів які мають довжину 70 - 100 мм. Проміжок брусків між центрами - 60 см. Вертикальні бруски довжиною - 240 см, горизонтальні - 245 см.
- Два аркуші гіпсокартону укладаються зверху по вертикалі брусків, які кріпляться цвяхами 40-50мм. Зайвий гіпсокартон зрізають.
- Гідроізол нанести поверх гіпсокартону. Напрям нанесення не має значення.
- Поверх гідроізолу знову таки накладається по вертикалі гіпсокартон. Посередині розміщуємо цілий аркуш гіпсокартону, а половинки розміщуємо по краях.
- Отриманні три шари з гіпсокартону і гідроізолу потрібно зафіксувати цвяхами 50 мм до каркасу дотримуючись відстані кожні 15-20 см. Цвяхи потрібно прибити через шайби 20x20 мм.
- Покрити зверху шаром мінеральної вати, щільність якої дорівнює 35 кг/м<sup>3</sup>, та закріпити його цвяхами які мають картонні шайби.
- Зроблену стіну розмістити вертикально, так щоб шар мінеральної вати був притиснутий до перегородки з пінобетону, та прикріпити перегородку цвяхами за допомогою нижнього бруса у підлозі. Довжина цвяхів має бути 70 мм, але не більше 100мм. Стіну треба розмістити так, аби вона майже не торкалася шару мінеральної вати пінобетонної перегородки. Бруски які розміщені на краю повинні бути на рівних відстанях стінок один та три. Перегородка з пінобетону не має щільно притискатися до стіни. Стіна стоїть тільки на „плаваючій” підлозі.

### Третя стіна

Каркас зробити з брусків (мал. 5, в). Прибити горизонтально до підлоги за допомогою цвяхів які мають довжину 70 - 100 мм. Проміжок брусків між центрами - 60 см. Вертикальні бруски довжиною - 240 см, горизонтальні - 245 см. Розміщення двох прямих брусків між собою підлаштовується так, аби стінка що знаходиться попереду, яку потрібно розмістити після цієї стіни, була розміщена перпендикулярно стінам один та три. Відстань буде 30-40 см.

Далі проектування слід дотримуватися поетапно відповідно першій та другій стінам.



*Мал.5 Каркаси для всіх чотирьох стінок кабінки*

### Четверта стіна

Розмір каркасу який потрібно розмістити під двері дорівнюють 1950x650 мм, а внутрішнє вікно 1150x800мм(мал.5,г). Дане креслення зображено на малюнку 6.

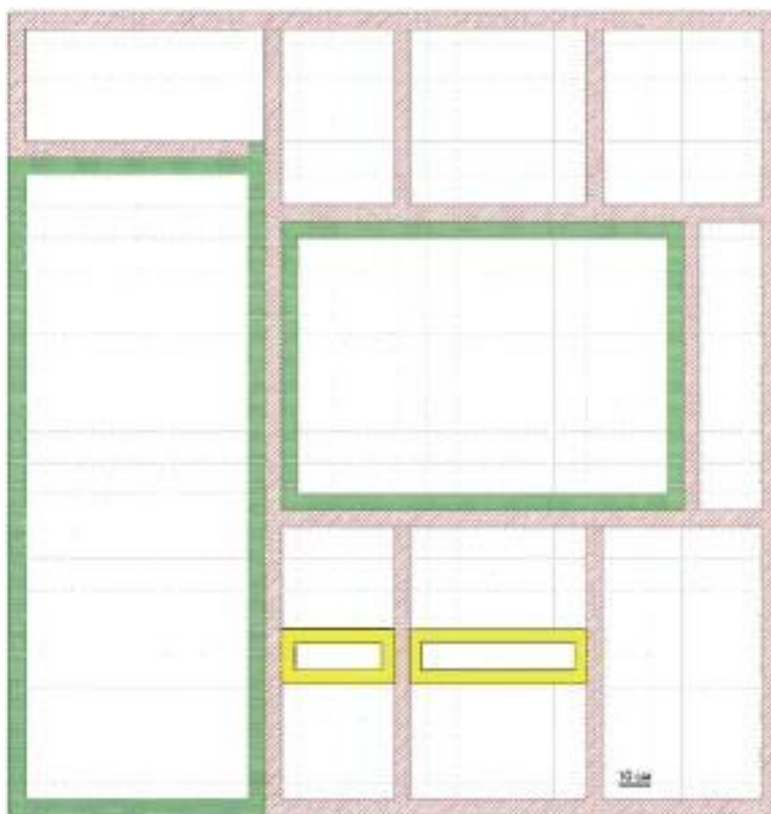
З брусків розмірами 50x50 збираємо каркас( на малюнку 6 вони позначаються червоним кольором). Далі каркас збирається як і в попередніх стінах. Далі треба



вкласти шар гіпсокартону так, щоб він не перекривав наступний шар гіпсокартону. Для вирішення цієї проблеми підійдуть залишки гіпсокартону.

Стінку треба розмістити вертикально, прибити до підлоги й стінок один та три. Після проріз для дверей покривається дошкою розміром 100х50мм(на малюнку 6 вона позначається зеленим кольором), а проріз віконний дошкою 150х50мм(на малюнку 6 зеленим кольором). В результаті виходить віконна та дверна лутки. Дверна лутка встановлюється під кутом 2-3 градуса, щоб двері могли закриватися від власної ваги. Дверна лутка ховає шари гідроізоли та гіпсокартону.

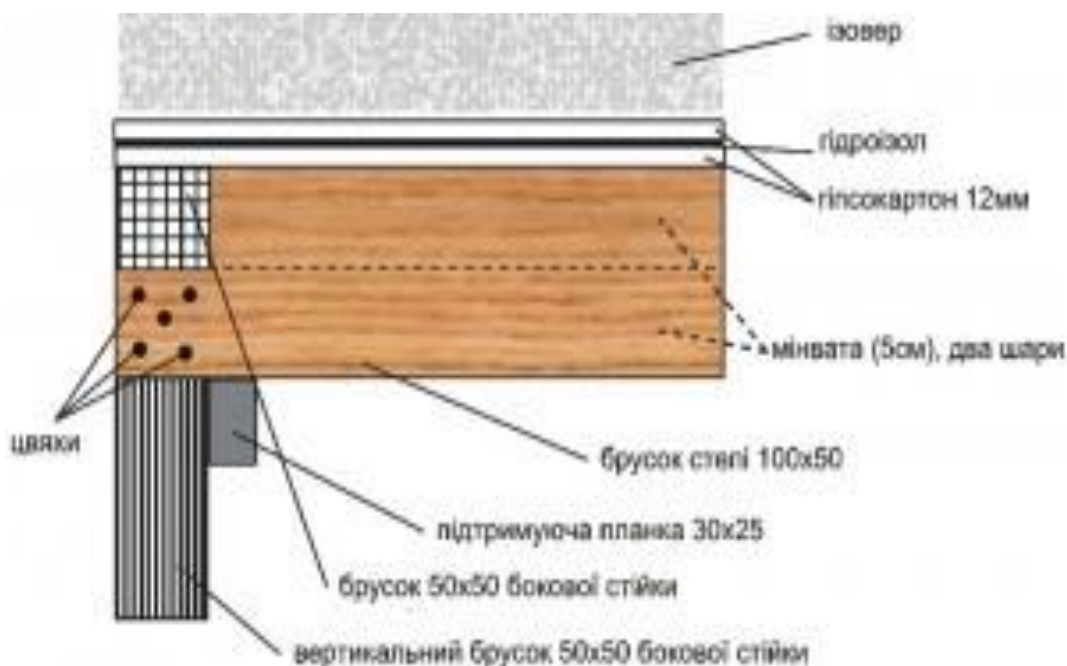
Для виготовлення двох рам використовуються бруски розміром 75х40мм( на малюнку 6 вони позначаються жовтим кольором), вони прибиваються до стіни, як показано на малюнку, щоб їх передні краї виступали всередину кабінки на 25 мм. Призначення однієї рами для розміщення розеток, а другої – для моніторингових та мікрофонних ліній. В рамках що утворилися робимо отвори для прокладки кабелів.



*Мал.6 Каркас акустичної оболонки 4-ї стіни*

### 3.3. Проектування стелі

- Стеля виготовляється з брусків розміром 100х50мм, вони вирізаються ідентично стелі кабіни. На краях балок вирізають виступ 50х50мм( зображено на малюнку 7). Ці балки з'єднують з бічними стінами, підіймаючи нагору їх потрібно прибити до брусків на бічних стінах один та три. Розташування балок повинно бути на відстані 60 см один від одної. Починати кріпити стельові балки потрібно зі сторони дверей.
- Так само як в стінах, на балку кладеться шар гіпсокартону, далі шар з гідроізолю і знову шар гіпсокартону. Укладання шарів слід починати зі сторони пінобетонної перегородки другої стіни. Гіпсокартон потрібно розмітити та вирізати так, щоб він не доторкався зовнішніх стінок. Отриманий шар гіпсокартону/гідроізолю /гіпсокартону фіксується цвяхами розміром яких 50-70 мм, до стельових балок за допомогою шайб.
- Робляться отвори для кондиціонування і витяжки, та для проведення сигналізації і освітлення.
- В кабіні від бічних стін до балок стелі кріпиться планка розміром 25мм, до якої буде кріпитися підвісна стеля.
- Щілини які утворилися між балками потрібно заповнювати шаром мінеральної вати, яка має щільність 0,35-0,38 кг/м<sup>3</sup>, він буде триматися на цвяхах, які забиті з боку стельової балки.
- Проміжок між стелею студії та кабіни можна заповнювати в будь-якій кількості ізомером чи мінеральною вати.



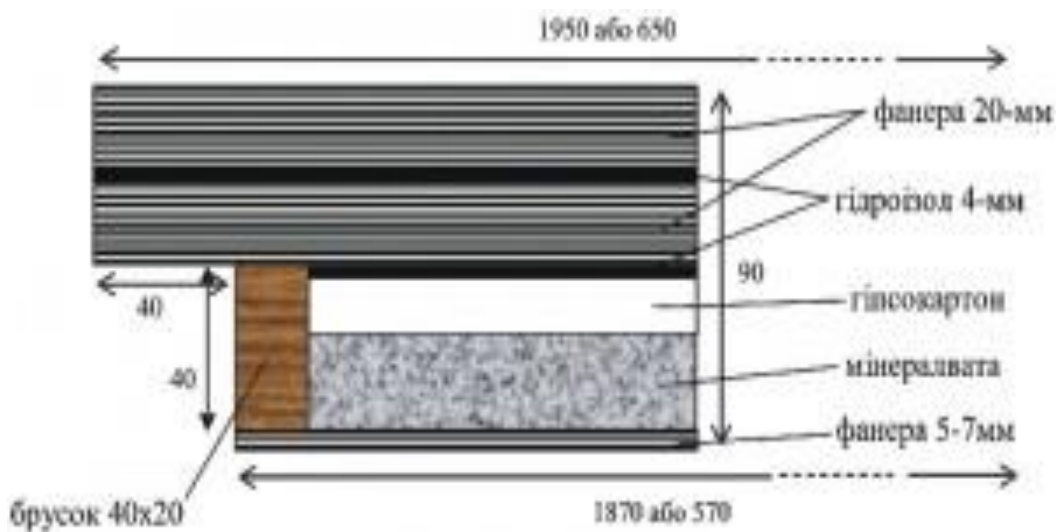
Мал.7 Конструкція стелі і кріплення її до каркасу стіни

### 3.4. Проектування дверей

Параметри дверей 195х65см. (мал. 8)

- Каркас створюється з брусків які мають розмір 40х20 мм. Каркас має розмір по периметру 1870х650мм.
- Вирізається з фанери планшет дверей товщиною 20мм, та розміром 1950х650мм. Якщо не має цілого листа фанери, то планшет можна сформувати з декількох шматків.
- Клеєм фіксуємо каркас, та прикріплюємо шурупами що мають довжину 50мм, до планшету дверей зі сторони фанери кожні 15см, для того щоб залишилась відстань по периметру між краєм фанери і каркасом 40мм.
- Ще раз вирізається з фанери планшет дверей товщиною 20мм, та розміром 1950х650мм. Дверний планшет сформований з декількох шматків не допускає співпадіння стиків фанери в різних шарах.
- Горизонтально кладеться на підлогу другий дверний планшет на якого наносять шар гідроізоли. Зверху накладається каркасом вгору перший дверний планшет і кріпиться шурупами які мають довжину 30-35мм до другого планшету.

- В отвір який утворився в каркасі вирізають та укладають гідроізол, далі гіпсокартон з розмірами 1830х530мм, після цього накладається мінеральна вата( в один шар два аркуші).
- Відрізається фанера яка має товщину 5-7мм і розмір 1870х570мм. Дана фанера являється тильною. Вона притискає мінеральну вату всередину каркасу. До каркасу прикріплюються аркуш за допомогою шурупів по периметру.
- До двох сторін дверей клеються ковrolін чи коркова плівка.



Мал.8 Фрагмент полотна дверей в розрізі

### 3.5. Проектування вікна

Параметри вікна 150х90см (мал.9)

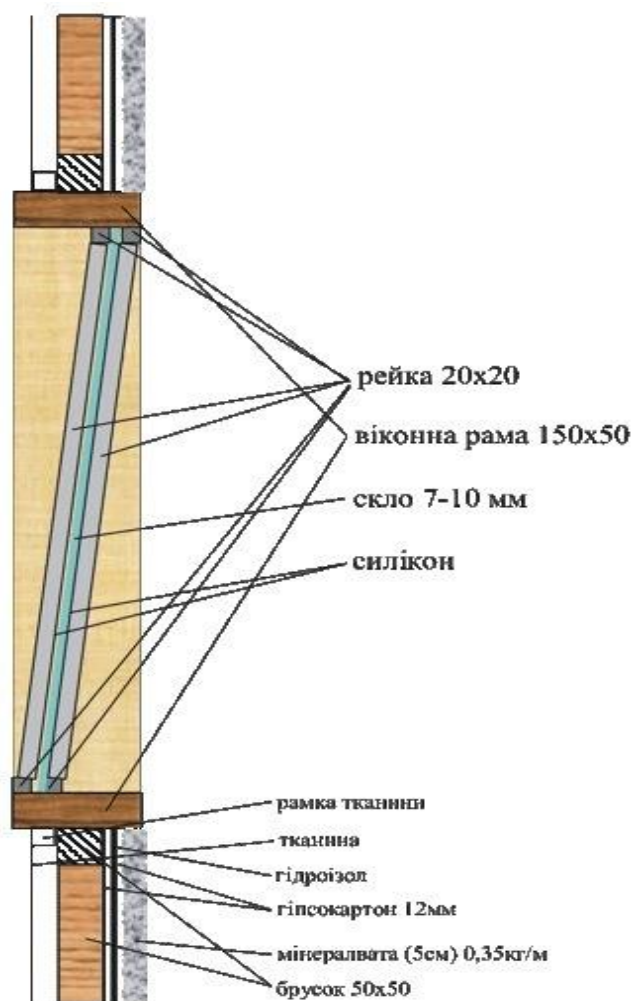
Для того щоб зробити раму вікна треба використати дерев'яний брусок розміром 150х50мм. Збирається рама за допомогою цвяхів 100-мм чи шурупів 90-мм та з чотирьох брусків, два з них довжиною 1500мм, інші два 800мм. Бічним сторонам рами надаємо ухил для збільшення нахилу скла. Далі встановлюється рама в проріз так, аби рама виступала по периметру з каркасу акустичної оболонки в кабінку на 20-100мм, та прикріплюється до бічних, верхніх, нижніх брусків каркасу акустичної оболонки цвяхами розміром 100-мм.

Після того як було встановлено раму необхідно встановити напрямні під скло. Задля цього використовують планки в перетині з параметрами 20х20мм, які

розміщують всередині рами та щільно прикручують до неї шурупами довжиною 55-мм. Для притискання встановленого скла використовують другий комплект цих планок.

Після закінчення кріплення напрямних для скла між рамами роблять тунельний перехід з гіпсокартону. Цей перехід покривають ковроліном.

Розмір скла складає 1400x800мм. На напрямні наносимо шар силікону, перед тим як встановлювати скло. Після того як скло буде встановлено, його треба притиснути та закріпити планками по всьому периметру.



*Мал.9 Перетин внутрішнього вікна зі сторони кабіни*

### **Висновки до розділу III.**

Було проведено проектування власної вокальної звукоізоляційної кабіни. Це компактне приміщення з технологічним звукоізоляційним наповненням, яке встановлюється в середині житлових та не житлових приміщень для різного призначення. Вона захищає користувача і технічну апаратуру від зовнішнього шуму. Ця звукоізоляційна кабіна може бути використана для роботи музикантів та вокалістів, дикторами та акторами, звукоінженерами та музикальними продюсерами. Дану кабіну можна встановити вдома, на студії звукозапису або в офісі. Для встановлення даної конструкції необхідно всього декілька квадратних метрів, в результаті матимемо ідеальне приміщення яке підходить для музичних репетицій, записів, важливих телефонних переговорів. Розглянули основні принципи, які важливі для виготовлення та проектування чотирьох стін, підлоги, стелі, вікна та дверей. Розробили параметри для розрахування власної кабіни. Основою для каркасу став гіпсокартон, гідроізол, мінеральна вата. Був розрахований індекс звукоізоляції для кожного використаного матеріалу. Кабіна була встановлена на плаваючій підлозі. Має свою систему вентиляції та кондиціонування.

## ВИСНОВКИ

В ході виконання бакалаврської роботи були зроблені такі висновки та результати:

1. Розглянули визначення шуму та його класифікація, також наведено основні заходи і методи боротьби з шумом. Були наведені архітектурно-планувальні, організаційно-технічні та будівельно-акустичні методи для захисту від шуму.

2. Розкрили визначення звукоізоляції. Розрізняють три види шумів-ударний, структурний, повітряний з якими доводиться мати справу при вирішенні питань звукоізоляції. Кожний з цих шумів був детально розглянутий. Також наведені способи і звукоізоляційні матеріали для захисту від них. Розглянули формулу для розрахунку звукоізоляції.

3. Вияснили, що звукоізоляційна кабіна є найефективнішим засобом захисту від шуму. Її застосовують в різних галузях. При проектуванні звукоізоляційних кабін потрібно дотримуватися певних вимог і точних розрахунків, для правильної звукоізоляції приміщення. Якщо не дотримуватися вимог при проектуванні то під час монтажу та експлуатації можуть з'явитися певні дефекти, які також було розглянуто в цій роботі. За конструктивними особливостями кабін можуть бути зі збірних елементів, зі звичайних будівельних конструкцій, зі спеціальних будівельних конструкцій підвищеної звукоізоляції. Також звукоізоляційні кабінки відповідно до забезпечення ізоляції від повітряного шуму можна поділити на чотири класи: 1-й клас- від 25 дБ в октавної смузі 63 Гц до 45 дБ в октавній смузі 8000 Гц і вище; 2-й клас- від 15-24 до 35-44 дБ в октавних смугах від 63 до 8000 Гц; 3-й клас- від 5-14 до 25-34 дБ в октавних смугах 63-8000 Гц; 4-й клас- від 4 до 24 дБ в октавних смугах 63-8000 Гц.

4. Один з найважливіших факторів при проектуванні звукоізоляційної кабінки є правильне виготовлення каркасу і огорожувальних панелей. Необхідно ретельно

дотримуватися технологію збирання кабіни, проводити роботи по герметизації стиків, так як наявність щілин погіршить якість звукоізоляцію кабіни.

5. Розроблено звукоізоляційну вокальну кабіну, для тестування музичних інструментів з конструктивними елементами: плаваюча підлога, підвісна стеля та додатковий склопакет. Було вказано існуючі матеріали, їх розміри і форми, які використали для кращої звукоізоляції.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дослідження параметрів виробничого шуму [Електронний ресурс] // -2014.- Режим доступу до ресурсу:  
<http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2014/09/%D0%9B%D0%B0%D0%B1-12-%D1%88%D1%83%D0%BC.pdf>
2. Методи та засоби захисту від шуму [Електронний ресурс] // Posibnik. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://cro.stu.cn.ua/Oksana/posibnik/840.html>
3. Дисертація зниження рівня шуму [Електронний ресурс] //-2019.- Режим доступу до ресурсу:  
[https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/27544/1/Kotenko\\_diss.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/27544/1/Kotenko_diss.pdf)
4. Звукоізоляція [Електронний ресурс] // Вікіпедія.-2020.- Режим доступу до ресурсу:  
<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B2%D1%83%D0%BA%D0%BE%D1%96%D0%B7%D0%BE%D0%BB%D1%8F%D1%86%D1%96%D1%8F>
5. Основні типи пристроїв звукоізоляції [Електронний ресурс] // VashSlesar.ru.- 2019.- Режим доступу до ресурсу: <https://vashslesar.ru/uteplenie/osnovnye-tipy-ustroystv-zvukoizoljatsii.html>
6. Звукоізоляційні матеріали [Електронний ресурс] // Budivnik.in.ua.-2018.- Режим доступу до ресурсу: <http://budivnik.in.ua/zvukoizolyatsijni-materialy-vydy-plyusy-i-minusy.html>
7. Soundproofing [Електронний ресурс] // Wikipedia.-2020.- Режим доступу до ресурсу: <https://en.wikipedia.org/wiki/Soundproofing>
8. Засоби щодо захисту від шуму [Електронний ресурс] // Stud.com.ua.-2015.- Режим доступу до ресурсу:  
[https://stud.com.ua/617/bzhd/zahodi\\_schodo\\_zahistu\\_shumu](https://stud.com.ua/617/bzhd/zahodi_schodo_zahistu_shumu)
9. Звукоізоляційні матеріали та їх види [Електронний ресурс] // Stroyrec.-2009.- Режим доступу до ресурсу:  
<https://stroyrec.com.ua/zvyko%D1%96zoliac%D1%96in%D1%96mater%D1%96ali-vidi-zvyko%D1%96zoliac%D1%96inih-mater%D1%96al%D1%96v/>

10. Talk: Soundproofing [Електронний ресурс] // Wikipedia.-2018.- Режим доступу до ресурсу: <https://en.wikipedia.org/wiki/Talk%3ASoundproofing>
11. Акустична вокальна кабіна [Електронний ресурс] // Ua Acoustics.-2016.- Режим доступу до ресурсу: <https://ua-acoustics.com.ua/akusticheskaya-vokalnaya-kabina-vse-cto-nuzhno-znat/#four>
12. Переваги акустичних кабін [Електронний ресурс] // EchoDesign.-2017.- Режим доступу до ресурсу: <https://echo-design.ru/blogs/blog/preimushchestva-akusticheskoy-kabiny>
13. Sound Proof Cabins [Електронний ресурс] // HS Engineers.-2018.- Режим доступу до ресурсу: <https://www.hsengineers.in/sound-proof-cabins.html>
14. Звукоізоляція і звукопоглинання [Електронний ресурс] //-2004.- Режим доступу до ресурсу:  
[http://kitab.ttnda.az/upload-files/books/09/900/zvukoizolyaciya\\_i\\_zvukopoglosheniye.pdf](http://kitab.ttnda.az/upload-files/books/09/900/zvukoizolyaciya_i_zvukopoglosheniye.pdf)
15. Ефективна звукоізоляція [Електронний ресурс] // AVM.-2011.- Режим доступу до ресурсу:  
[http://uteplitel.com.ua/ua/zvukoizoljacija\\_acousticwool/rekomendaciii\\_po\\_zvukoizoljaciii/efektivna\\_zvukoizoljacija.\\_osnovni\\_pravila.html](http://uteplitel.com.ua/ua/zvukoizoljacija_acousticwool/rekomendaciii_po_zvukoizoljaciii/efektivna_zvukoizoljacija._osnovni_pravila.html)
16. Кабіна для звукозапису своїми руками [Електронний ресурс] // Picabu.-2018.- Режим доступу до ресурсу:  
[https://pikabu.ru/story/kabinka\\_dlya\\_zvukozapisi\\_svoimi\\_krivyimi\\_rukami\\_5520038](https://pikabu.ru/story/kabinka_dlya_zvukozapisi_svoimi_krivyimi_rukami_5520038)